



# Segmentasi Baris Berbasis *Seam Carving* pada Manuskrip Sunda Kuno

Erick Paulus\*, Mira Suryani, Setiawan Hadi, Intan Nurma Yulita

Departemen Ilmu Komputer, Universitas Padjadjaran, Bandung

\*E-mail: erick.paulus@unpad.ac.id

## Abstrak

Manuskrip Sunda kuno merupakan warisan budaya yang berharga dan memuat informasi kehidupan sosial seperti kearifan, adat istiadat dan nilai-nilai keagamaan. Proses digitalisasi terhadap manuskrip Sunda kuno telah dilakukan oleh pemerintah, institusi maupun masyarakat pencinta budaya sebagai bentuk konservasi dan pelestarian. Namun, citra hasil digitasi masih perlu dilakukan segmentasi baris sebagai tahapan awal dalam ekstraksi aksara atau kata melalui OCR. Makalah ini memaparkan hasil percobaan segmentasi baris menggunakan metode *Seam Carving* tanpa melalui proses binerisasi. Metode ini melakukan komputasi *Medial Seam* menggunakan *Projection Profile Matching* dan komputasi *Separating Seam* menggunakan modifikasi prosedur *Seam carving*. Pengujian dilakukan terhadap 10 sample data yang terdiri dari citra warna dan citra biner *ground truth* dari manuskrip Sunda kuno. Penelitian ini menghasilkan segmentasi baris berserta dengan jumlah baris yang terdapat pada manuskrip Sunda kuno tersebut. Kinerja kuantitatif yang diperoleh dari eksperimen menunjukkan berhasil 100% untuk citra dengan sudut kemiringan baris antara 0 sampai 5 derajat. Sedangkan citra dengan sudut kemiringan baris lebih besar dari 5 derajat masih memerlukan pengembangan metode untuk mengoptimalkan kinerja metode *Seam Carving*.

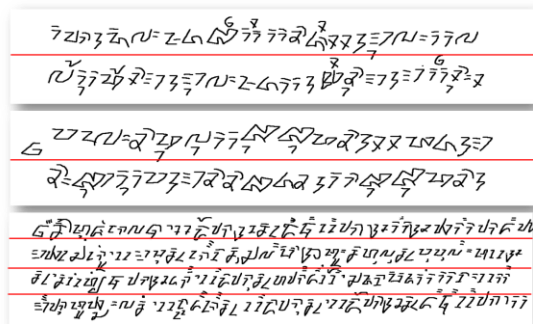
Kata Kunci: Segmentasi baris, *Seam Carving*, Manuskrip Sunda kuno

## 1. Pendahuluan

Segmentasi merupakan tahapan penting dalam proses transliterasi otomatis pada citra manuskrip (Widiarti, 2013). Salah satu bentuk segmentasi pada kajian analisis citra dokumen diantaranya adalah segmentasi baris. Septiarini melaporkan bahwa metode profil proyeksi memiliki keakuratan yang tinggi untuk citra hasil cetak komputer (Septiarini, 2012). Namun, segmentasi baris pada citra manuskrip kuno tidaklah semudah proses segmentasi pada dokumen cetak komputer berbasis huruf latin (Das, dkk, 2010). Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi analisis citra dokumen yang bertipe tulisan tangan seperti manuskrip Sunda kuno.

lainnya (*overlapping*). Gambar 1 menjelaskan visualisasi penggunaan profil proyeksi dalam mensegmentasi baris citra manuskrip Sunda Kuno.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi permasalahan segmentasi citra dokumen bertipe tulisan tangan. Pada tahun 2009, Nicolaou mempertegas area baris teks dengan cara membuat citra menjadi kabur (*blured image*) dan mensegmentasi citra sepanjang jalur putih pada citra kabur. Dilanjutkan dengan *connected component* pada citra asli berdasarkan segmen baris yang sudah diperoleh (Nicolaou & Gatos, 2009). Penelitian lainnya memaparkan penggunaan metode *Local Projection Profile (LPP)* berbasis orientasi lokal yang cocok untuk citra dokumen degradasi (Bar-Yosef & Hagbi, 2009). Modifikasi metode profil proyeksi dengan metode *connected component* dan hubungan spasial vertikal digunakan untuk mengatasi permasalahan baris yang tumpang tindih (Das, dkk, 2010). Tingkat keakurat segmentasi baris dari metode modifikasi tersebut dapat mencapai 100% untuk citra cetak Telugu. Penelitian terkini terkait ekstraksi baris pada citra manuskrip sejarah dilaporkan menggunakan prosedur *Seam Carving*. Adapun rata-rata tingkat keakuratan segmentasi baris pada citra keabuan dan warna dapat mencapai 99.5% dan mampu mensegmentasi baris tanpa ada pemotongan komponen baris (Arvanitopoulos & Sabine, 2014). Oleh karena itu, peneliti melakukan eksperimen yang bertujuan untuk mensegmentasi



Gambar 1. Segmentasi baris manuskrip Sunda kuno menggunakan profil proyeksi

Beberapa tantangan tersebut dapat berupa kemiringan antar baris yang tidak seragam dan adanya aksara yang terukir masuk area baris

baris manuskrip Sunda kuno menggunakan prosedur Seam Carving dengan harapan mampu menjawab tantangan yang melekat pada citra dokumen bersejarah.

Makalah ini disusun sebagai berikut : bagian II memaparkan beberapa landasan teori metode yang mendukung penelitian. Bagian III menjelaskan cara kerja metode penelitian berserta dengan hasil dan pembahasan. Terakhir, simpulan dibahas pada bagaian IV.

## 2. Metode

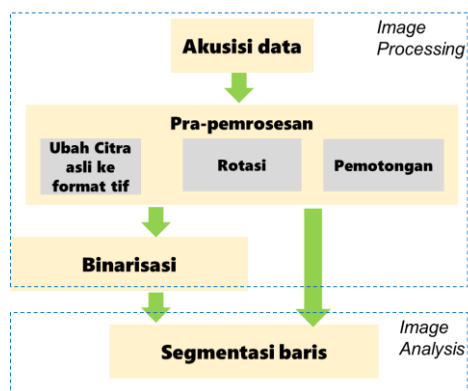
Bagian ini menjelaskan beberapa dasar teori yang dipakai dalam pengembangan dan implementasi metode segmentasi.

### 2.1 Pemrosesan Citra dan Analisis Citra

Secara harfiah, gambar pada bidang dua dimensi disebut sebagai citra (Munir, 2004). Berdasarkan konteks matematis, citra adalah fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Awalnya objek menerima terang dari sumber cahaya, kemudian objek memantulkan kembali sebahagian dari berkas cahaya tersebut. Lalu, alat-alat optik seperti mata pada manusia, kamera, dan pemindai (*scanner*), menangkap pantulan cahaya tersebut. Jadi, bayangan objek yang direkam oleh alat optik, dapat disebut dengan citra.

Berdasarkan kajian analisa dokumen, ada dua kelompok tahapan yaitu pemrosesan citra dan analisis citra. Kedua tahapan tersebut membutuhkan citra sebagai data input. Pemrosesan citra menggunakan suatu operasi seperti pemotongan, rotasi, skalalisasi, atau peningkatan kualitas citra lainnya, untuk mengubah citra input menjadi citra output. Sedangkan analisis dokumen tidak menghasilkan citra output, tetapi mengekstrasi informasi /semantik dari citra input.

Adapun tahapan metode penelitian ini diawali dengan akuisisi data, pra-pemrosesan, binerisasi dan segmentasi. Pra-pemrosesan bertujuan untuk menstandarisasi citra input seperti tipe format file, kemiringan area teks dan pemotongan area latar belakang yang tidak diperlukan. Gambar 2 menjelaskan tahapan penelitian pemrosesan citra dan analisis citra.



Gambar 2. Tahapan pemrosesan citra dan analisis citra

### 2.2 Proses Binerisasi

Proses binerisasi digunakan untuk merubah citra keabuan menjadi citra biner. Citra biner hanya memiliki dua nilai, yaitu nilai 0 (putih) untuk merepresntasikan area non teks atau 1 (hitam) untuk merepresntasikan area teks (Kaur & Mahajan, 2014). Ada banyak penelitian terkait proses binerisasi. Namun pada penelitian ini, penulis memperoleh citra biner dari aplikasi PixaLaber (Saund, Lin, & Sarkar, 2009). Walaupun memerlukan waktu pengerjaan yang cukup lama, aplikasi Pixlabeler dan Alethea ini merupakan salah satu perangkat lunak yang direkomendasikan dalam pembuatan groundtruth. Karena proses pembuatan groundtruth masih memerlukan verifikasi secara manual oleh para filolog (Windu et al., 2015).

### 2.3 Proses Segmentasi baris

Proses segmentasi baris disini menggunakan pendekatan Seam Carving (Arvanitopoulos & Sabine, 2014). Prosedur segmentasi baris ini terdiri dari dua tahapan, yaitu perhitungan titik tengah baris teks (Medial Seam) menggunakan pendekatan profil proyeksi (Liwicki, Inderm, Bunke, & Bern, 2007) dan perhitungan pemisahan baris menggunakan prosedur Seam Carving yang dimodifikasia (Avidan & Shamir, 2007). Avidan menyatakan bahwa prosedur Seam Carving awalnya digunakan untuk mengubah ukuran citra dengan mempertimbangkan isi yang terkandung pada citra.

### 2.4 Profil Proyeksi

Metode profil proyeksi banyak digunakan untuk segmentasi baris untuk dokumen cetak (printed document) dimana tulisan antar baris terpisah dengan jelas. Namun, metode ini juga dapat diadaptasi untuk dokumen tulisan tangan (Likforman-Sulem, Zahour, & Taconet, 2006). Metode profil proyeksi terdiri dari dua bagian, yaitu profil proyeksi horizontal dan profil proyeksi vertikal. Profil proyeksi horizontal biasa digunakan untuk segmentasi baris dan profil proyeksi vertikal dapat digunakan untuk segmentasi kata atau aksara.

Pada penelitian ini, Profil Proyeksi Horizontal (PPH) digunakan sebagai representasi suatu histogram dari penjumlahan piksel hitam citra biner yang diakumulasikan sepanjang baris paralel pada suatu dokumen. Adapun fungsi PPH secara matematika dapat dilihat pada persamaan 3. Piksel citra dirumuskan dengan fungsi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  secara berturut-turut mewakili baris dan kolom. Parameter  $n$  menjelaskan banyaknya kolom pada suatu citra

$$PPH(x) = \sum_{1 \leq y \leq n} f(x, y) \quad (1)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini memaparkan dua tahapan segmentasi baris beserta dengan hasil pembahasannya.

#### 3.1 Perhitungan Titik Tengah Baris Teks

Perhitungan sepanjang titik tengah baris dilakukan berdasarkan urutan berikut:

1. Diketahui citra  
 $I \in \mathbb{R}^{n \times m}$   
 dengan ,  $n$  : baris dan  $m$  : kolom
2. Membagi halaman secara vertikal menjadi  $r$  potongan, dengan lebar  
 $w = \lfloor m/r \rfloor$
3. Deteksi tepi (Sobel Operator)
4. Hitung smoothed horizontal projection profile untuk setiap potongan  $P_g^c$

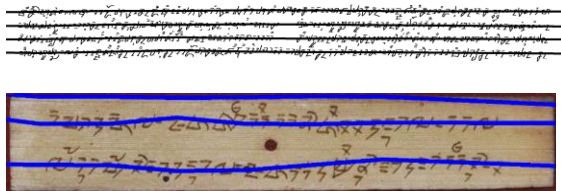
$$P_i^c = \sum_{j=k}^{k+w-1} S_{i,j}, \quad P^c = \{P_i^c\}_{i=1}^n, \quad P_g^c = g(P^c)$$

$$c = 1, \dots, r, \quad k \in \{1, 1+w, \dots, 1+(r-1)w\},$$

dengan  $g$  adl cubic spline smoothing filter

5. Temukan dan sambungkan lokal maksimum terdekat dari setiap potongan

Citra hasil segmentasi baris tahap pertama dapat dilihat pada gambar 3. Hasil segmentasi baris tahap pertama pada citra biner dan citra warna dapat mengidentifikasi titik tengah baris dengan baik dan mengikuti orientasi teks



Gambar 3. Contoh citra dengan garis titik tengah baris

#### 3.2 Perhitungan Pemisah antar Baris Teks

Perhitungan pemisah baris menggunakan prosedur Seam Carving yang dimodifikasi diuraikan sebagai berikut:

1. Hitung Energy Function :

$$E_{i,j} = \left| \frac{I_{i,j+1}^\sigma - I_{i,j-1}^\sigma}{2} \right| + \left| \frac{I_{i+1,j}^\sigma - I_{i-1,j}^\sigma}{2} \right|$$

dengan  $I^\sigma$  adalah citra asli keabuan yang dihaluskan oleh Gaussian filter untuk standard deviation  $\sigma$

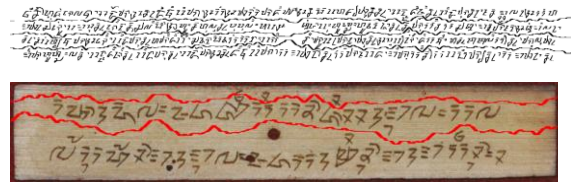
2. Hitung kumulatif nilai minimum energy M

$$M_{y_h(j),1} = E_{y_h(j),1},$$

$$M_{y_h(j),j} = E_{y_h(j),j} + \min \begin{cases} M_{y_h(j)-1,j-1} \\ M_{y_h(j),j-1} \\ M_{y_h(j)+1,j-1} \end{cases}$$

3. Hitung lintasan optimal dari energi kumulatif M. High-energy regions mewakili komponen teks. Low-energy regions mewakili latar belakang lontar

Citra sample hasil perhitungan pemisah antar baris dengan menggunakan prosedur Seam Carving dapat dilihat pada Gambar 4. Pada citra biner terlihat garis pemisah tidak memotong komponen baris. Sedangkan citra warna masih mengalami pemotongan pada bagian aksara yang tumpang tindih.



Gambar 4. Contoh citra dengan garis pemisah baris

Berdasarkan eksperimen, prosedur Seam Carving dapat melakukan segmentasi baris terhadap citra warna dan citra biner dengan tingkat keberhasilan mendekati 100%.

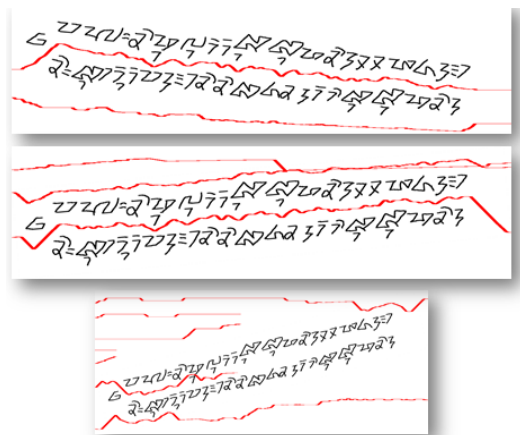
Tabel 1. Hasil eksperimen

Citra Lontar	Jumlah target baris	Jumlah baris terdeteksi	Persentase keberhasilan (%)
DSC_029_6_2a.tif	2	2	100
DSC_029_6_2a_GT_1.tif	2	2	100
DSC_029_8_8a.tif	2	2	100
DSC_029_8_8a_GT_1.tif	2	2	100
DSC_029_9_8b.tif	2	2	100
DSC_029_9_8b_GT_1.tif	2	2	100
3306.tif	4	4	100
3306_GT_1.tif	4	4	100
3309.tif	4	4	100
3309_GT_1.tif	4	4	100

#### 3.3 Ujicoba Metode terhadap Citra Terotasi

Eksperimen selanjutnya akan mengukur kemampuan metode Seam carving dalam mensegmentasi citra terotasi. Berdasarkan ujicoba 5, 10, 20, 30 derajat CW (searah jarum jam) dan CCW(tidak searah jarum jam) menunjukkan bahwa batas toleransi metode Seam Carving dalam

segmentasi baris adalah sekitar 5 derajat. Jika kemiringannya lebih dari 5 derajat, sistem tidak dapat mensegmentasi baris dengan tepat. Contoh sampae visualisasi citra tersegmentasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra hasil segmentasi baris berdasarkan sudut rotasi (atas ke bawah): 5°CW, 5°CCW, 30°CCW

#### 4. Kesimpulan

Pengujian Segmentasi baris dengan menggunakan pendekatan Seam Carving telah dilakukan dan berhasil untuk citra lontar biner dan warna. Prosedur segmentasi baris ini berhasil untuk komponen baris yang relatif horizontal. Prosedur segmentasi baris ini masih perlu diperbaiki untuk komponen baris yang relatif miring, yaitu dengan menambahkan deteksi sudut atau transformasi Hough.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prodi Sastra Sunda Unpad, Situs Kabuyutan Ciburuy, dan Perpustakaan Nasional Republik Indonesia yang sudah bersedia menjadi narasumber serta menyediakan data manuskrip Sunda kuno yang dipakai pada penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi atas dukungan dana dari Penelitian Kerjasama Luar Negeri Universitas Padjadjaran Indonesia dan La Rochele University, Perancis.

#### Daftar Pustaka

Arvanitopoulos, N., & Sabine, S. (2014). Seam Carving for Text Line Extraction on Color and Grayscale Historical Manuscripts. In *14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR)*. Crete, Greece.

Avidan, S., & Shamir, A. (2007). Seam Carving for Content-Aware Image Resizing. *ACM Transactions on Graphics*, 26(3), 10.

Bar-Yosef, I., & Hagbi, N. (2009). Line segmentation for degraded handwritten historical documents. *Document Analysis and ...*, 1161–1165. <http://doi.org/10.1109/ICDAR.2009.191>

Das, M. S., Reddy, C., Govardhan, A., & Saikrishna, G. (2010). SEGMENTATION OF OVERLAPPING TEXT LINES , CHARACTERS IN PRINTED TELUGU TEXT DOCUMENT IMAGES. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(11), 6606–6610.

Kaur, J., & Mahajan, R. (2014). A Review of Degraded Document Image Binarization Techniques. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 3(5), 6581–6586.

Likforman-Sulem, L., Zahour, A., & Taconet, B. (2006). Text line segmentation of historical documents: a survey. *International Journal of Document Analysis and Recognition (IJ DAR)*, 9(2-4), 123–138. <http://doi.org/10.1007/s10032-006-0023-z>

Liwicki, M., Inderm, E., Bunke, H., & Bern, C.-. (2007). On-Line Handwritten Text Line Detection Using Dynamic Programming. In *International Conference on Document Analysis and Recognition* (pp. 447–451).

Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.

Nicolaou, A., & Gatos, B. (2009). Handwritten Text Line Segmentation by Shredding Text into its Lines. *Proceedings of the 2009 10th International Conference on Document Analysis and Recognition*, 626–630. <http://doi.org/10.1109/ICDAR.2009.243>

Saund, E., Lin, J., & Sarkar, P. (2009). User interface for pixel- level labeling of elements in document images. In *Proceedings of International Conference on Document Analysis and Recognition*.

Septiarni, A. (2012). Segmentasi Karakter Menggunakan Profil Proyeksi. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 7(2), 66–69.

Widiarti, A. R. (2013). Line Segmentation of Javanese Image of Manuscripts in Javanese Scripts. *International Journal of Engineering Innovation & Research Volume 2, Issue 3, ISSN: 2277 – 5668 Line*, 2(3), 239–244.

Windu, M., Kesiman, A., Prum, S., Burie, J., Ogier, J., Rochelle, L., & Crépeau, A. M. (2015). An Initial Study On The Construction Of Ground Truth Binarized Images Of Ancient Palm Leaf Manuscripts. In *Proceedings of the 2015 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)* (pp. 656–660). <http://doi.org/10.1109/ICDAR.2015.7333843>